

## Position measuring sensor for mutually aligning objects

Patent Number: EP0928951  
Publication date: 1999-07-14  
Inventor(s):  
Applicant(s): BUSCH DIETER & CO PRUEFTECH (DE)  
Requested Patent:  EP0928951, A3, B1  
Application Number: EP19990100517 19990113  
Priority Number(s): DE19981000901 19980113  
IPC Classification: G01B21/24  
EC Classification: G01B21/24, G01C21/16  
Equivalents:  DE19800901  
Cited Documents: EP0557591; US5038485; DE19546405; JP60158310

---

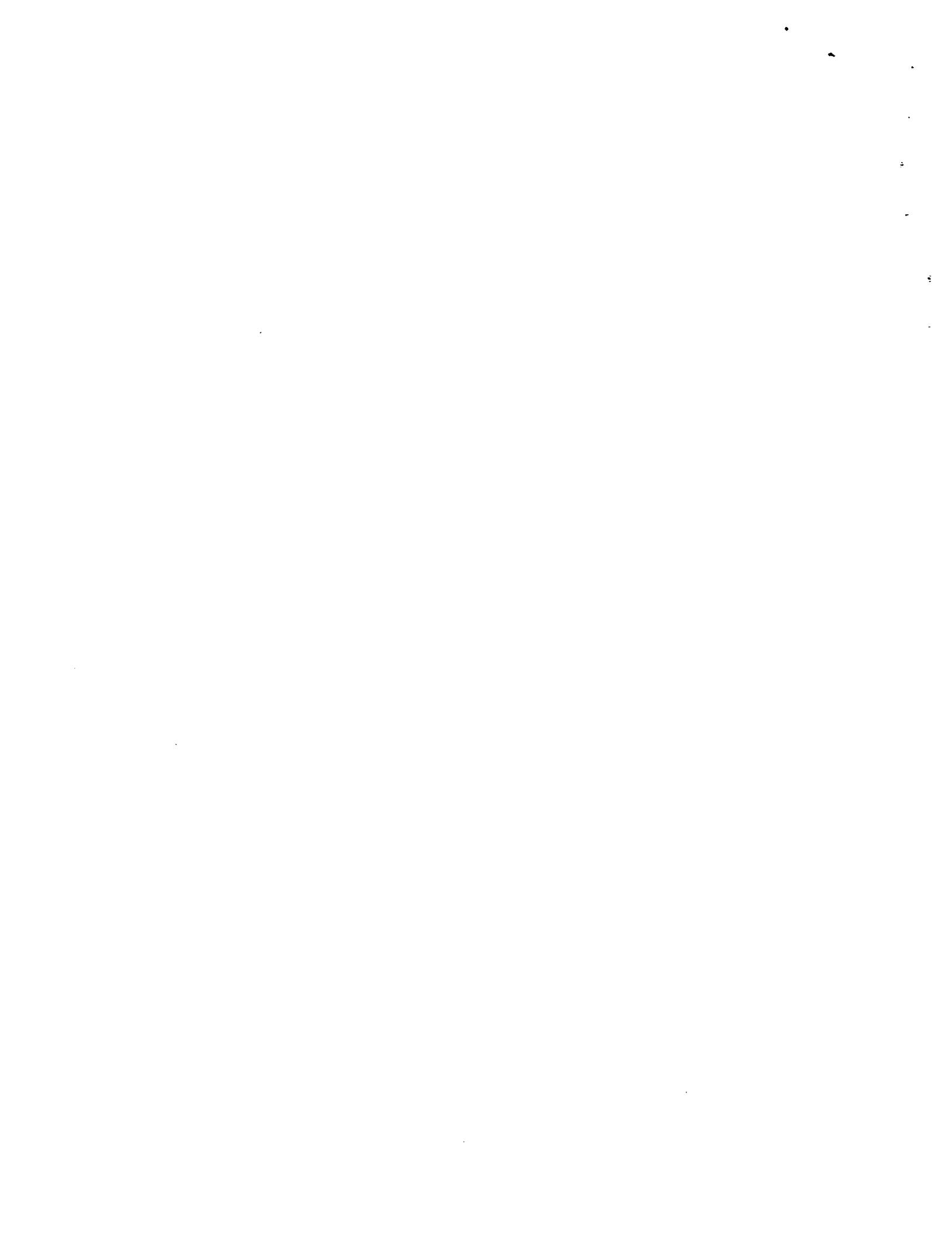
### Abstract

---

The position measurement probe has a housing with at least one external contact area which can be placed on a counter surface on a particular body and at least one mechanical oscillator, especially one or more piezoelectric gyroscopes or tuning fork gyroscopes inside the housing. The alignment of the position measurement probe relative to at least one angle coordinate can be determined (21) from outside the housing. An Independent claim is also included for a method of aligning bodies.

---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - I2





(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 928 951 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
14.07.1999 Patentblatt 1999/28

(51) Int Cl. 6: G01B 21/24

(21) Anmeldenummer: 99100517.4

(22) Anmeldetag: 13.01.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 13.01.1998 DE 19800901

(71) Anmelder: Prüftechnik Dieter Busch AG  
85737 Ismaning (DE)

(72) Erfinder:  
• Die Erfinder haben auf Ihre Nennung verzichtet

### (54) Lagemesssonde zum gegenseitigem Ausrichten von Körpern

(57) Die Lagemeßsonde zum gegenseitigen Ausrichten von Körpern, zum Beispiel Walzen oder Riemscheiben, besitzt mehrere Miniatur-Gyroskope in Form mechanischer Oszillatoren, insbesondere sog. Piezo-Kreisel oder Stimmgabel-Gyroskope. Mit der Lagemeßsonde werden allgemeine Winkeldifferenzen zwischen zwei oder mehreren Körpern bestimmt. Weiterhin wer-

den durch die Lagemeßsonde Vorgabewerte errechnet und angezeigt, welche ein einfaches Justieren oder Nachjustieren der Körper auf Parallelität, rechte Winkel usw. gestatten. Eine Datenschnittstelle gestattet den Transfer von vordefinierten Daten oder errechneten Ergebnissen. Die Lagemeßsonde kann mit einem Kodierungs-Lesegerät ausgestattet sein.

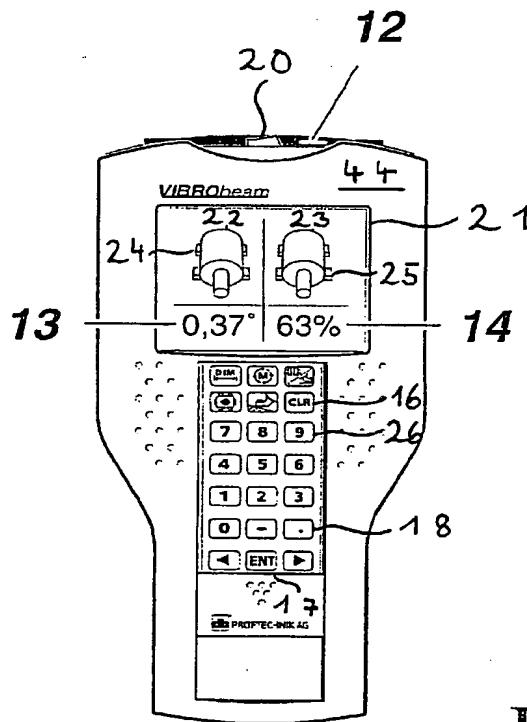


Fig. 3

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Lagemeßsonde zum gegenseitigem Ausrichten von Körpern, insbesondere zum Zwecke des Parallelrichtens von Wellen, Walzen und dergleichen.

Bisher wurden zur Winkelvermessung zum Zwecke der gegenseitigen Ausrichtung von Körpern, z.B. von Achsen, Walzen, Rollen, Spindeln, Drehöfen und dgl., deren Antrieben wie Ketten, Riemen, Getriebe, Kardanwellen und dgl. sowie deren zugehörigen Tragelementen wie Stuhlung, Maschinenbetten, Fundamenten u. s. w. mit Meßgenauigkeiten unter 1 mm/m optische Meßeinrichtungen wie Theodoliten, Autokollimatoren, Interferometer und Laser und als weitere Hilfsmittel Markierungen, Targets, Penta-, Dachkant-, Tripel-Prismen, Spiegel, Detektoren, Stativen und dgl. in sehr zeitaufwendiger Weise eingesetzt.

Es ist in der Zwischenzeit auch vorgeschlagen worden, anstelle der vorgenannten Hilfsmittel einen optischen Kreisel, speziell einen Faserkreisel zu verwenden. Wie-wohl mit diesem Hilfsmittel eine enorme Zeiter sparnis, und damit auch eine Kostenersparnis möglich ist, stehen diesem Vorteil zur Zeit noch nicht unbedeutende Herstellkosten entgegen. Es ist daher wünschenswert, ein Verfahren und eine zugehörige Einrichtung bereitzustellen, welche sowohl einfach anzuwenden ist, als auch für den angestrebten Zweck hinreichend preisgünstig hergestellt werden kann.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und zugehöriges Gerät anzugeben, das die Winkelvermessung von gegenseitig auszurichtenden Körpern mit einem gegenüber den in diesem Zusammenhang bekannten Einrichtungen und Hilfsmitteln wesentlich kostengünstigeren Aufwand gestaltet.

Die vorgenannte Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0002]** Im Gegensatz zu den meisten bekannten Verfahren, bei denen in der Regel mehrere Einrichtungen und Hilfsmittel an den zu vermessenden Körpern beteiligt, aufeinander ausgerichtet und dann gemeinsam mit den Körpern in einem Meßzyklus bewegt werden müssen, braucht gemäß der Erfindung nur eine einzige, einfach zu handhabende, mit mindestens einem mechanischen Schwinger oder Oszillator als Bischleunigungssensor ausgerüstete Lagermeßsonde (speziell in Form eines Stimmgabel-Gyroskopes oder eines sogenannten Piezokreisels) in wenigen Meßpositionen an jeweils zwei in Bezug aufeinander auszurichtenden Körpern angesetzt und hinsichtlich einer oder mehrerer raumfester Winkelkoordinaten, z.B. Azimut (oder Deklination) und Elevation (oder Inklination) direkt oder elektronisch abgelesen zu werden, um feststellen zu können, ob überhaupt und ggf. welche Lagekorrekturen zur Erzielung der gewünschten Ausrichtung nötig sind. Insbesondere kann mit dem vorgesehenen Verfahren unter Benutzung der erfindungsgemäßen Lagemeßsonde die parallele Ausrichtung zweier oder weiterer Achsen,

Wellen, Rädern, Riemenscheiben, Kettenantrieben und ähnlichen Einrichtungen sowohl schnell als auch kostengünstig überprüft werden. Die hierfür erforderliche Mannmeßzeit ist bei weitem kürzer als die unter Verwendung der normalerweise benutzten Einrichtungen und Hilfsmittel erforderliche. Es ist eine Reduzierung der Mannmeßzeit um bis zum 95 % für eine Vielzahl der derzeit noch nach herkömmlicher Weise ausgeführten Ausrichtarbeiten zu erwarten.

**[0003]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß es bislang nicht möglich war, für eine aufgabengemäße Messung von Richtungsunterschieden die an sich bekannten Kreisel auf Basis mechanischer Oszillatoren, insbesondere die sog. Piezo-Kreisel vorzusehen. Das mit solchen Kreiseln hinsichtlich Auflösung und Stabilität erzielbare Messergebnis wäre im wesentlichen vergleichbar gewesen mit einer subjektiven Einschätzung (sog. Augenmaß) einer messenden Person. Das zu lösende Problem konnte bislang also nur dadurch gemeistert werden, dass ein optischer Kreisel für die Messung von Differenzwinkeln zugrundegelegt wurde. Gemäß der Erfindung ist diese Erwartungshaltung eines Fachmanns jedoch - zumindest für weniger stringenten Messaufgaben - gegenstandslos geworden, da es überraschenderweise gelingt, mit hochwertigen und industriell verfügbaren sog. Piezokreiseln oder technisch vergleichbaren Beschleunigungsaufnehmern auf Oszillatortbasis eine Meßsonde oder ein Gerät zu schaffen, welches für die genaue Messung von Differenzwinkeln geeignet ist und welches sich dabei durch leichteste Handhabung auszeichnet. Wenn die Zeitspanne für das Ansetzen der Meßsonde an den beiden auszurichtenden Körpern zwecks Gewinnung eines Meßwerte-Paares nur einige Sekunden dauert (was wegen der angestrebten Zeiter sparnis prinzipiell gewünscht wird), und wenn die Meßsonde während des Messvorganges maximal nur einige hundert Winkelgrad verdreht wird, können für die Praxis ausreichend genaue Meßwerte gewonnen werden.

**[0004]** Die Meßgenauigkeit ist um so größer, je zügiger und/oder öfter die Meßsonde mit ihrem Piezo-Kreisel umgesetzt werden kann.

**[0005]** Der Erfindung liegt damit vorrangig die Aufgabe zugrunde, eine Lagemeßsonde zu schaffen, mit der die räumliche Lage zweier Körper in Bezug aufeinander ermittelt werden kann, wobei die Meßsonde bzw. Lagemesssonde eine hohe Meßgenauigkeit für Winkelmes- sungen aufweist und eine besonders einfache Durchführung einer entsprechenden Meßaufgabe gestattet.

Die Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 2 angegebenen Merkmale gelöst. Die Unteransprüche 3 bis 14 haben bevorzugte Ausgestaltungen der Lagemeßsonde nach Patentanspruch 2 zum Gegenstand.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel noch näher erläutert.

**[0006]** In der Zeichnung zeigt jeweils schematisch

Fig. 1 drei in Bezug aufeinander auszurichtende

Körper sowie eine an diesen der Reihe nach anzusetzende Lagemeßsonde in perspektivischer Darstellung, und

Fig. 2 eine Ausführung einer zum Vermessen der relativen Winkelposition der Körper in Fig. 1 geeigneten Lagemeßsonde ebenfalls in perspektivischer Darstellung

Fig. 3 eine bevorzugte Ausführung einer zum Vermessen der relativen Winkelposition der in Fig. 1 gezeigten Körper geeigneten Lagemeßsonde, ebenfalls in perspektivischer Darstellung

**[0007]** Die Fig. 1 zeigt in perspektivischer Darstellung einen ersten, als Träger dienenden Körper 1, der der Einfachheit halber als Platte dargestellt ist, sowie zwei weitere gegenüber dem ersten Körper 1 und in Bezug aufeinander auszurichtende Körper 2 und 3 von zylindrischem Außenumriß. Bei entsprechender Gestaltung im Detail könnte es sich bei dem Körper 1 um ein Maschinenbett und bei den Körpern 2 und 3 um Walzen handeln, die an dem Maschinenbett um ihre Längsachse drehbar gelagert und hinsichtlich ihrer Drehachsen parallel zueinander sowie in einer definierten Winkelstellung bezüglich einer Referenzfläche an dem Maschinenbett auszurichten sind. Als Beispiel sind Körper 2 und 3 zusätzlich mit einer Riemscheibe, zum Beispiel einer solchen für Keilriemen oder Zahnriemen, versehen.

**[0008]** Im Ausführungsbeispiel dient als Referenzfläche am Körper 1 die ebene seitliche Stirnfläche 1a, und die Längsachsen der walzenförmigen Körper 2 und 3 seien parallel zueinander und zu der Referenzfläche 1a auszurichten.

**[0009]** Die für das Ausrichten in die vorgenannte gewünschte gegenseitige Winkelposition evtl. nötigen Lagedekoraturwerte werden, wie in Fig. 1 dargestellt, dadurch gewonnen, daß eine Lagemeßsonde 4 mit ihrer Kontaktfläche 4a nacheinander (4-1, 4-2, 4-3) an die Referenzfläche 1a am Körper 1, parallel zur Längsmittelachse an den zylindrischen Umfang des Körpers 2 und parallel zur Längsmittelachse an den zylindrischen Umfang des Körpers 3 angesetzt wird. Durch Betätigung eines an der Lagemeßsonde angebrachten elektrischen Tasters oder Schalters ermittelt eine in der Sonde befindliche mechanisch-elektronische Einrichtung, bestehend aus einem Kreiselsystem mit Oszillatoren, speziell piezoelektrisch betätigten Oszillatoren, und mit z.B. einem Mikroprozessor oder -controller die aktuelle räumliche Ausrichtung der Sonde zumindest hinsichtlich Azimut (also Drehwinkel um eine Hochachse, englischsprachig auch als "yaw" bezeichnet). Die Ausrichtung der Sonde hinsichtlich des Messwinkels "Elevation" kann in einer extrem vereinfachten Ausführung der Erfindung mittels einer Libelle nach dem Prinzip der Wasserwaage erfolgen. In der regulären, qualitativ höherwertigen Ausführung der Erfindung muss jedoch die

Orientierung der Meßsonde gegenüber den weiteren beiden räumlichen Dreh- oder Neigungsachsen vermessen werden. Bei diesen Achsen handelt es sich daher um jene, welche englischsprachig auch als "pitch" (Bezeichnung für die Elevation) und "roll" (Drall- oder Drillwinkel) bezeichnet werden. Nach jedem Ansetzen an einen der Körper 1, 2 und 3 kann der von dem Piezo-Kreisel-System gemessene und von der Elektronik in Messwerte umgesetzte Differenzwinkel bezüglich zu-

5 mindest einer der genannten Referenzrichtungen durch den Bediener abgelesen werden. Es sei festgehalten, dass das genannte Piezo-Kreisel-System normalerweise eine Mehrzahl einzelner piezo-betätigter Oszillatoren enthält. Bevorzugt kann der Bediener jedoch zunächst  
10 eine Mess- oder Speichertaste betätigen, wodurch die Elektronik der Meßsonde entsprechende elektrische Signale von der Lagemeßsonde für die weitere Verwendung registriert und speichert. Die gespeicherten Messwerte können einzeln oder als Datensatz an eine nicht  
15 dargestellte Datenverarbeitungs-Einrichtung ausgegeben werden. Bei der Betätigung der genannten Mess- oder Speichertaste kann die Meßsonde ein akustisches Signal abgeben, wenn eine registrierte Winkeldifferenz  
20 ein voreinstellbares Limit überschritten haben sollte.

**[0010]** Piezo-Kreisel zeichnen sich durch einen nur kleinen Driftwinkel pro Zeiteinheit aus. In der Praxis ist jedoch darauf zu achten, dass die Lagemeßsonde in einer Zeitspanne in der Größenordnung von z.B. 10 bis 20 Sekunden zwischen den Körpern 1, 2 und 3 umzusetzen und abzulesen ist. Dabei kann z.B. auch so vorgegangen werden, daß als erstes eine Referenzpositionsmeßung an der Körperfläche 1a des Körpers 1, dann als nächstes eine Lagepositionsmeßung am Umfang des Körpers 2, dann wieder eine Referenzpositionsmeßung an der Körperfläche 1a und dann erneut eine Lagepositionsmeßung am Umfang des Körpers 3 durchgeführt wird, wobei für jede Umsetzung die vorbestimmte Zeitspanne zur Verfügung steht.

**[0011]** Zur Ermittlung der gegenseitigem Ausrichtung der Körper 1, 2 und 3 im Raum kann es nötig sein, weitere Referenz- und Lagepositionsmeßungen an den Körpern 1, 2 und 3 in einer räumlichen Winkelposition der Lagemeßsonde 4 parallel zu einer Referenzebene durchzufahren, die mit der Referenzebene, die für die ersten Messungen herangezogen wurde, einen definierten Winkel, z.B. 90°, einschließt. Die erfindungsgemäße Meßsonde ist speziell geeignet, auch solche Referenzebenen zu vermessen, welche durch Front-Flächen von z.B. Riemscheiben oder Kettenrädern, oder durch Stirnflächen von Wellen, Achsen oder Walzen definiert werden.

**[0012]** Die Fig. 2 zeigt schematisch in perspektivischer Darstellung eine Lagemeßsonde 4, wie sie für die Durchführung des erfindungsgemäßen Meßverfahrens geeignet ist und unter anderem als Lagemeßsonde bei der Winkelvermessung der Körper 1, 2 und 3 in Fig. 1 eingesetzt werden könnte. Diese Meßsonde 4 ist mit einem oder mehreren Stimmgabel-Gyroskopen oder Pie-

zo-Kreiseln (nicht gezeigt) sowie zugehöriger Mikroelektronik ausgestattet, der bzw. die fest in dem Sondengehäuse angeordnet ist oder sind. Das Sondengehäuse weist in einer bevorzugten Ausführungsform zwei im wesentlichen parallele Oberflächen auf, von denen eine ausgesprochen plan ausgeführt ist, während auf der anderen Bedienelemente und Ablese-Einrichtungen angebracht sein können. Die an die parallelen oder auch planparallelen Oberflächen angrenzenden Seitenflächen stehen bevorzugt rechtwinklig zu jenen. Von den Seitenflächen ist zumindest eine und bevorzugt drei mit prismatisch eingeschnittenen Ausnehmungen versehen, zum Beispiel Ausnehmungen mit V-förmigem Querschnitt. Die Ausnehmungen stellen Kontaktflächen zum Aufsetzen der Meßsonde auf auszumessende Oberflächen dar. Solche Kontaktflächen sind in Fig. 2 durch die Bezugsziffern 10, 10' gekennzeichnet. Die Ausnehmungen definieren aufgrund ihrer geometrischen Eigenschaften eine Referenzachse, welche mit Vorteil senkrecht zu den Flächennormalen der planparallelen Oberflächen verläuft. Sind mehrere solcher Referenzachsen vorhanden, wie z.B. aus Fig. 2 ersichtlich, so sind diese bevorzugt parallel und/oder rechtwinklig zueinander orientiert.

**[0013]** Des weiteren weist die Lagemeßsonde 4 eine Computerschnittstelle 12 für Eichzwecke und Meßdatenverarbeitung auf, eine Anzeige 13 für einen aktuellen Winkel oder einen Differenzwinkel hinsichtlich Azimut und/oder Elevation, ggf. auch für die Ablesung eines entsprechenden Wertes für eine "Roll"-Koordinate. Weiterhin vorhanden ist eine Anzeige 14, welche die Ausschöpfung einer voreinstellbaren Toleranzangabe angibt. Diese Anzeige ist deswegen nützlich, weil sowohl bei scheinbarem Stillstand als auch bei Bewegung der Meßsonde 10 aufgrund der registrierten Beschleunigungen ein Zuwachs des Messfehlers zu erwarten ist und welcher zum Beispiel bereits durch die Erdrotation verursacht werden kann. Wird zum Beispiel für die Meßsonde über den Bediener oder über die Computerschnittstelle eine Winkeltoleranz von 0,5° eingestellt, so wird in Anzeige 14 prozentual dargestellt, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass die genannte Toleranz bereits überschritten wird. Hierzu wird in der Meßsonde während des Messvorganges eine automatische Fehlerabschätzung oder -berechnung durchgeführt. Diese Berechnungen werden ebenso wie die laufend fortschreitende Winkel- bzw. Orientierungs-Berechnung durch die im Gehäuse der Lagemeßsonde 4 befindliche Elektronik (insbesondere in Form eines Mikroprozessors) durchgeführt. Zu diesem Zweck ist eine geeignete Software in der Lagemeßsonde 4 vorhanden. Weiterhin weist die Lagemeßsonde eine Zero- oder Reset-Taste 16 und eine Funktionsumschaltungs-Taste 17 auf. Bei Betätigung von Taste 18 werden die aktuellen Absolut- oder Differenzwinkelangaben sowohl in einem elektronischen Speicher der Meßsonde gespeichert als auch in der Anzeige 13 sichtbar gemacht. Mittels des akustisch oder optisch wirkenden Signalgebers 19 kann da-

bei zusätzlich signalisiert werden, ob eine aktuell gemessene Ausrichtung genügend parallel oder rechtwinklig zu einer Referenzrichtung orientiert ist. Die Meßsonde weist bevorzugt einen Ein/Ausschalter auf

- 5 (Bezugsziffer 20 in Fig. 3) und kann sich nach einer gewissen Zeit der Nichtbenutzung automatisch ausschalten. Weiterhin kann die Meßsonde 4 mit einer Präzisionslibelle 11 versehen sein, so dass die waagerechte Orientierung einer Referenz-Ebene überprüft werden
- 10 kann. Steht die Meßsonde 4 also auf einer auf einer waagerechten Oberfläche, so wird bei Betätigung der Zero- oder Reset-Taste 16 somit eine entsprechende Bezugs-Orientierung in der Meßsonde festgehalten. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist zusätzlich oder anstelle der Präzisionslibelle 11 ein elektronisch wirkendes Inclinometer vorgesehen, dessen Messwerte über eine Anzeige dargestellt werden können oder per Elektronik der Meßsonde mit den Messwerten der Winkel-Orientierungen verrechnet werden
- 15
- 20 - Die Funktionsumschaltungs-Taste 17 wird für die Umschaltung der verschiedensten Bedien- und Operations-Funktionen der Meßsonde verwendet, speziell, um die Anzeige umzuschalten, so dass nacheinander Orientierungs-Messwerte für Azimut, Elevation und Drillwinkel (Roll-Winkel) angezeigt werden können. Die Lagemeßsonde 4 kann weiterhin mit einer Öffnung oder einem Durchbruch 15 versehen sein. Ein solcher Durchbruch gestattet es, die rückwärtige parallele Oberfläche der Meßsonde direkt auf eine Riemenscheibe 20,
- 25
- 30 21 (Abb. 1) oder über eine Unebenheit aufzusetzen, und zwar über eventuell vorhandene Befestigungselemente oder Wellenverlängerungen 22 hinweg. Hierdurch kann die Verwendung von sonst erforderlichen hohlzylindrischen Adapterstücken vermieden werden.
- 35 **[0014]** Die Computerschnittstelle 12 ermöglicht es, die jeweils im angelegten Zustand der Lagemeßsonde in der Meßsonde abgespeicherten Daten ihrer winkelmässigen räumlichen Orientierung an einen nicht dargestellten Rechner weiterzuleiten, der aus diesen Daten
- 40 die Werte der Korrekturen errechnet, die evtl. nötig sind, um die aufeinander auszurichtenden Körper 1, 2 und 3 in den gewünschten Ausrichtzustand zu bringen. Die Computer-Schnittstelle ist weiterhin in der Lage, Daten von optional zugeordneten Hilfsgeräten entgegenzunehmen, wie z.B. von Code-Lesern oder übergeordneten Leit-Rechnern. Die Computer-Schnittstelle wird aus Kostengründen bevorzugt drahtgebunden oder als Glasfaserverbindung ausgeführt, und in einer höherwertigen Ausführung als Mobilfunk- oder als Mobiltelefon-Datenschnittstelle zur drahtlosen Datenübertragung.
- 45
- 50 **[0015]** In einer bevorzugten Ausführungsform, wie in Fig. 3 gezeigt, ist der entsprechende Rechner, wie oben angegeben, bereits in der Lage-Meßsonde 44 enthalten. Mit dieser Meßsonde können daher Messungen durchgeführt werden, wie sie mit dem in Fig. 2 gezeigten Gerät ausführbar sind. Darüberhinaus sind auch weitergehende Berechnungen und Visualisierungen möglich.

Hierzu dient insbesondere eine zusätzliche Anzeige 21, welche auch graphische Elemente wiedergeben kann, zum Beispiel symbolisierte Körper oder Wellen 22 und 23, insbesondere auch jeweils zugehörige Unterstützungs- oder Justierungspunkte 24, 25. Die Anzeige 21 ist bevorzugt als Pixel-Display ausgeführt und weiterhin bevorzugt quadratisch. In dieser Ausführungsform ist es möglich, die Orientierung des Bildschirmes der Anzeige zu wechseln, d.h. zu drehen. Dies kann auch automatisch geschehen, so dass für den Bediener des Gerätes immer eine vorteilhafte Sicht auf die Anzeige gewährleistet ist. - Bei fehlerhaften oder divergenten Ausrichtungen der durch die Symbole 22, 23 gekennzeichneten Körper ist es mit der erfindungsgemäßen Lagemeßsonde 44 also möglich, die genannten Unterstützungs- oder Justierungspunkte 24, 25 einzeln auszuweisen und für diese die sinnvollsten Korrekturwerte (soweit erforderlich), insbesondere in Quer- und Höhenrichtung anzugeben. Mit solchen Werten ist somit eine z.B. parallele Ausrichtung der entsprechenden Körper in einfacher Weise durchführbar. Um diese Aufgabe an einer Mehrzahl von Maschinen oder Systemen durchführen zu können, ist eine Eingabemöglichkeit vorgesehen (u.a. bestehend aus dem in Fig. 3 gezeigten Tastenfeld mit Bezugszeichen 26 und der Funktions-Umschaltungstaste 17), mit der die geometrischen Abmessungen und Positionen der Unterstützungs- und Justierungspunkte im Raum vordefiniert und typmäßig spezifiziert und in der Meß-Sonde abgespeichert werden können. Weiterhin kann nach Eingabe entsprechender Daten (manuell oder per Datenschnittstelle 12) in die Meß-Sonde 44 auf der genannten Anzeige 21 visualisiert werden, in welchen Teilschritten eine vorgegebene Messaufgabe, welche zum Beispiel einige Dutzend Walzen oder Körper umfasst, abzuarbeiten ist. Dies ist zum Beispiel dann vorteilhaft, wenn nach einer Anzahl Messungen eine Vergleichs- und Kontroll-Messung an einer Ausgangsposition durchgeführt werden soll, und die Messung, anschliessend an einen ggf. erforderlichen Neu-Abgleich der Meßsonde, an anderer Stelle fortgesetzt werden soll. In diesem Zusammenhang ist in einer Ergänzung des Funktionsumfanges für die Mess-Sonde 44 vorgesehen, dass diese mittels einer Bar-Code-Leseeinrichtung oder einer anderen miniaturisierten Kodierungs-Lese-Einrichtung, speziell mittels eines sog. Transponders, Daten entgegennehmen kann, durch welche eine aktuelle Position innerhalb einer Fabrikhalle oder direkt an einer Maschine bzw. einem zu vermessenden Körper identifizierbar ist. Solche Daten können auch von einem GPS (Global Positioning System) abgeleitet sein und der Meß-Sonde über den Daten-Ein-/Ausgang 12 zugeführt werden. Es versteht sich, dass für den vergrösserten Funktionsumfang der Lage-Meßsonde 44 im Vergleich zu Lage-Meßsonde 4 eine entsprechend leistungsfähigere Mikroelektronik vorgesehen ist.

Bezüglich der mechanischen Gegebenheiten besteht zwischen Meßsonden 4 und 44 insoweit Übereinstim-

mung, als links- und rechtsseitige z.B. prismenförmige Anlegeflächen 10, 10' vorgesehen sind. Auch das untere Anlegeprisma mit Anlegeflächen 30', 30" erfüllt eine vergleichbare Funktion, ebenso ist die per Kante 40' ausgewiesene rückwärtige Gehäusefläche mit Vorteil als plane Anlegefläche ausgelegt.

[0016] Mit den gezeigten erfindungsgemäßen Lagemeßsonden lassen sich Körperachsen, Körperflächen und dgl. auch in anderer Weise als parallel zueinander, z.B. in Bezug aufeinander senkrecht, oder aber schräg zueinander verlaufend, auf einfache Weise, genau und mit einem geringen zeitlichen Aufwand ausrichten.

#### 15 Patentansprüche

1. Verfahren zum gegenseitigem Ausrichten von Körpern, insbesondere zum Parallelrichten von Wellen, Walzen und dgl., dadurch gekennzeichnet, daß

a) mittels einer mindestens einen mechanischen Oszillator, insbesondere einen Piezo-Kreisel enthaltenden, an die auszurichtenden Körper (1, 2, 3) definiert ansetzbaren Lagemeßsonde (4) die Lage eines ersten (1) der auszurichtenden Körper in einer vorgegebenen ersten Meßebene als Referenzposition ermittelt wird,

b) dann mittels der Lagemeßsonde (4) innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne nach der Referenzpositionsermittlung die Lage eines nächsten Körpers (2 oder 3) in einer mit der ersten Meßebene übereinstimmenden oder zu dieser parallelen Ebene ermittelt wird,

c) dann im Bedarfsfalle weitere Lagemeßungen gemäß den Schritten a) und b) an den Körpern (1, 2, 3) bezüglich einer von der ersten Meßebene verschiedenen, mit dieser einen definierten Winkel, insbesondere 90°, einschließenden zweiten Meßebene durchgeführt werden, und

d) dann, sofern nötig, auf der Grundlage der mittels der Lagemeßsonde (4) in den Meßebenen festgestellten Lagedifferenzen der beiden Körper (1 und 2 bzw. 3) notwendige Lagekorrekturen an dem einen und/oder anderen der beiden Körper durchgeführt werden.

2. Lagemeßsonde (4, 44) zum Ermitteln der räumlichen Lage zweier oder weiterer Körper in Bezug aufeinander, gekennzeichnet durch

a) ein Gehäuse mit mindestens einer definiert an eine Gegenfläche am jeweiligen Körper ansetzbaren äusseren Kontaktfläche und

b) mindestens einen mechanischen Oszillator, insbesondere einen oder mehrere sog. Piezo-Kreisel oder Stimmgabel-Gyroskop in dem

Gehäuse.

3. Lagemeßsonde nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch Mittel (13,14) zum von außerhalb des Gehäuses erkennbaren Anzeigen der Ausrichtung der Lagemeßsonde bezüglich mindestens einer der Winkelkoordinaten Azimutwinkel, Elevationswinkel, Roll- oder Drillwinkel.
4. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse mehrere in Bezug aufeinander angeordnete Kontaktflächen aufweist.
5. Lagemeßsonde nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Kontaktfläche zum definierten Ansetzen an einen auszurichtenden Körper von zylindrischem oder kegeligem Außenumriß aus zwei miteinander einen Winkel einschließenden ebenen Flächenabschnitten (10', 10'') besteht.
6. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 5, gekennzeichnet durch eine Anzeige (21) und Eingabemittel (26) zur Eingabe, zur Visualisierung oder zur Überprüfung vorgegebener Befestigungs- oder Justierungs-Koordinaten für auszurichtende Körper
7. Lagemeßsonde nach Anspruch 6, mit einer Mikroelektronik oder einem Microcomputer, mit welchem die Errechnung und Registrierung einer aktuellen winkelmässigen Ausrichtung des Gehäuses der Lagemeßsonde oder die Errechnung und Darstellung von Korrekturwerten durchführbar ist, durch welche bedarfswise erforderliche Justage-Werte oder Verlagerungs-Werte für auszurichtende Körper (2, 3) bezüglich einzeln ausgewiesener Befestigungs- oder Justierungs-Punkte (24, 25) angegeben werden.
8. Lagemeßsonde nach Anspruch 6 oder 7, mit einem Speicher, welcher gespeicherte Daten enthält, durch welche die Reihenfolge von Messpunkten oder Messungen an auszurichtenden Körpern (1, 2, 3) spezifiziert wird.
9. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 8, gekennzeichnet durch eine Libelle (11), oder ein mechanisches oder elektronisch wirkendes Inklinometer, welche/s am oder im Gehäuse der Meßsonde zum Feststellen deren Lage insbesondere bezüglich der Vertikalen angeordnet ist bzw. sind.
10. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 9, gekennzeichnet durch eine Computerschnittstelle (12) zur Daten-Eingabe für vordefinierte Parameter, insbesondere Positions- oder Arbeitsschrittinfor-

mationen, oder zur Ausgabe insbesondere von erfaßten, zwischengespeicherten oder umgerechneten Meßdaten.

- 5 11. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 10, gekennzeichnet durch mindestens eines der folgenden Betätigungsselemente:
  - Reset- oder Zero-Taste (16)
  - Funktions-Umschaltungs-Taste (17)
  - Mess- und Speichertaste (18)
 oder mit einem akustisch oder optisch wirkenden Signalgeber (19)
- 15 12. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 11, gekennzeichnet durch eine Anzeigevorrichtung (13) zur Anzeige von Absolut- oder Differenzwinkeln, bezüglich räumlicher Winkelkoordinaten.
- 20 13. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 12, gekennzeichnet durch eine Anzeigevorrichtung (14) zur Anzeige eines Konfidenzwertes, durch welchen die Einhaltung oder die Ausschöpfung eines vordefinierbaren Toleranz- oder Streumaßes für anzuzeigende Meßergebnisse angezeigt oder signalisiert wird.
- 25 14. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 13, gekennzeichnet durch eine Ausnehmung (15), so dass die Lagemeßsonde auf eine mit einer Unebenheit versehenen Fläche aufgelegt werden kann.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

FIG. 1

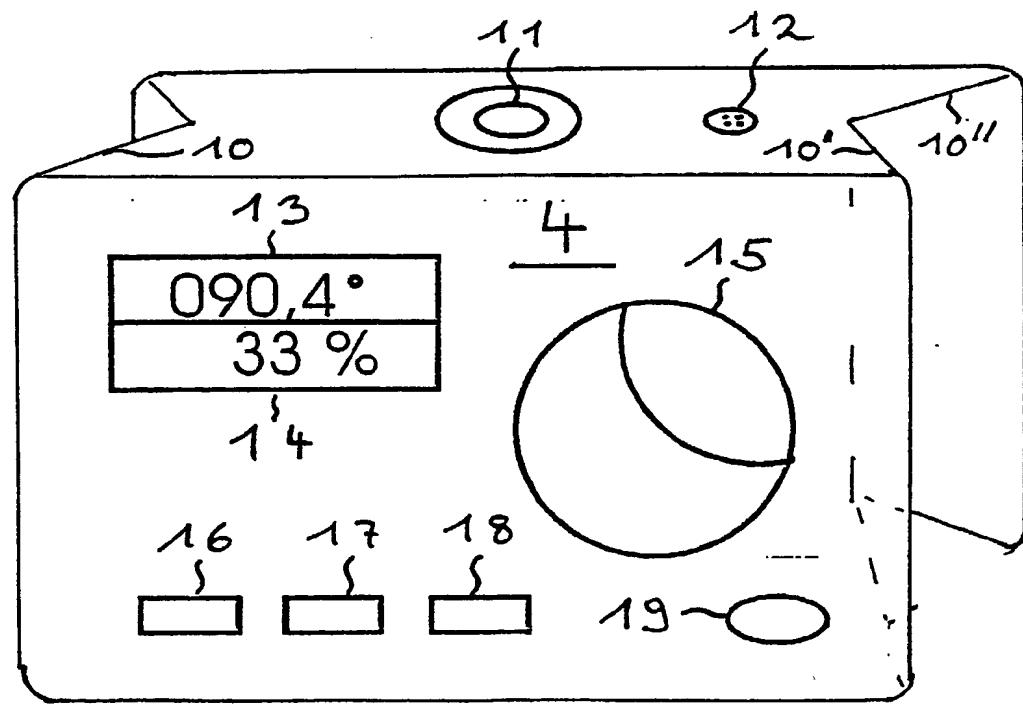
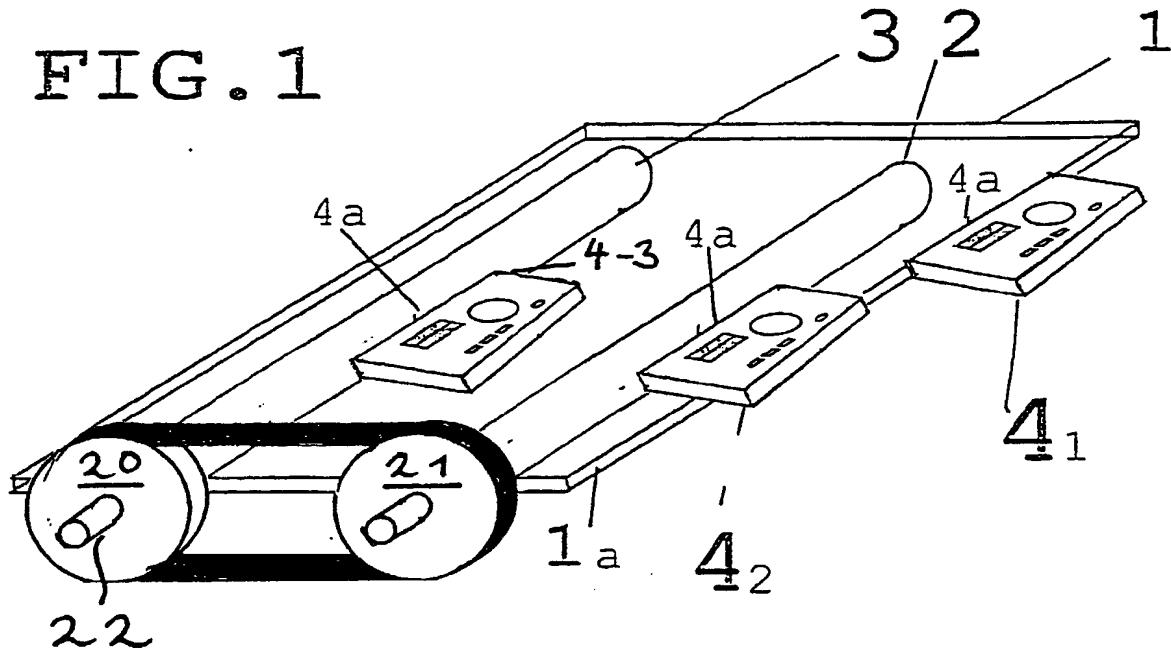


FIG. 2

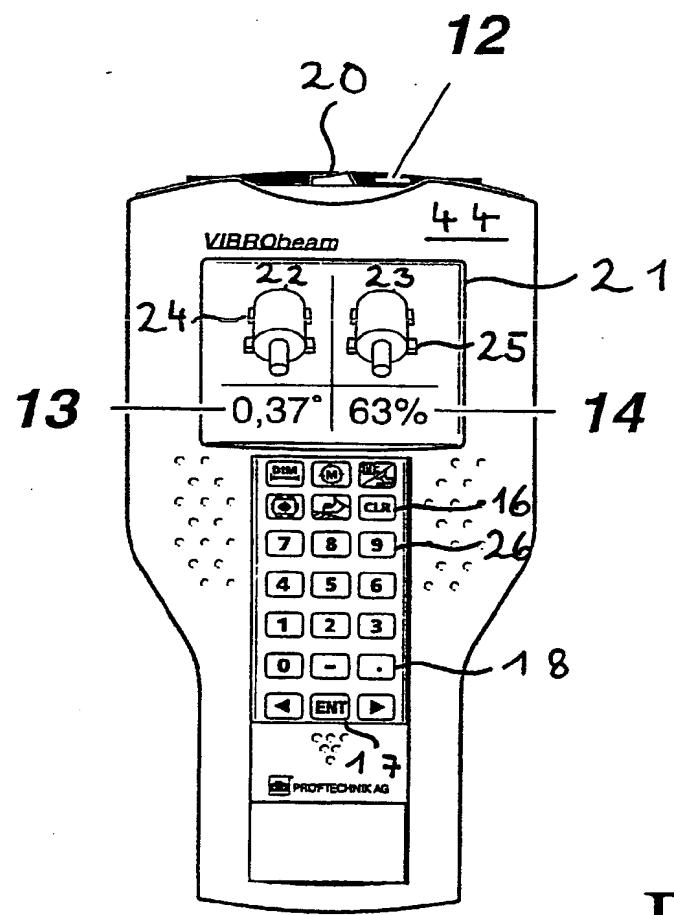
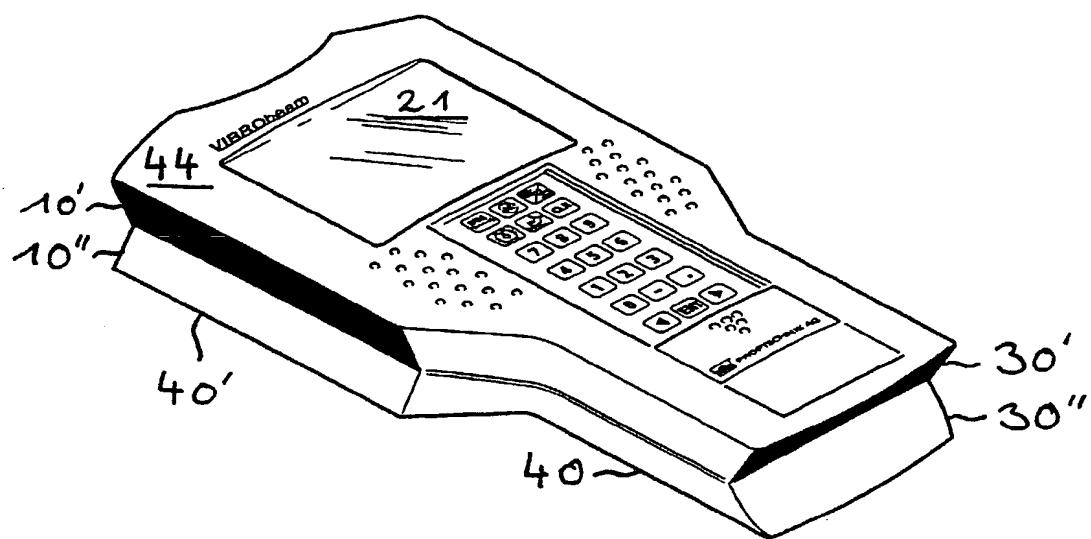


Fig. 3



(19)

**Europäisches Patentamt**  
**European Patent Office**  
**Office européen des brevets**



(11)

EP 0 928 951 A3

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
02.08.2000 Patentblatt 2000/31

(51) Int Cl.7: G01B 21/24

(43) Veröffentlichungstag A2:  
**14.07.1999 Patentblatt 1999/28**

(21) Anmeldenummer: 99100517.4

(22) Anmeldetag: 13.01.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL DE LI HU MK RO SI**

(71) Anmelder: Prüftechnik Dieter Busch AG  
85737 Ismaning (DE)

(30) Priorität: 13.01.1998 DE 19800901

(72) Erfinder:

- Die Erfinder haben auf ihre Nennung verzichtet

**(54) Lagemesssonde zum gegenseitigem Ausrichten von Körpern**

(57) Die Lagemeßsonde zum gegenseitigen Ausrichten von Körpern, zum Beispiel Walzen oder Riemscheiben, besitzt mehrere Miniatur-Gyroskope in Form mechanischer Oszillatoren, insbesondere sog. Piezo-Kreisel oder Stimmgabel-Gyroskope. Mit der Lagemeßsonde werden allgemeine Winkeldifferenzen zwischen zwei oder mehreren Körpern bestimmt. Weiterhin werden durch die Lagemeßsonde Vorgabewerte errechnet und angezeigt, welche ein einfaches Justieren oder Nachjustieren der Körper auf Parallelität, rechte Winkel usw. gestatten. Eine Datenschnittstelle gestattet den Transfer von vordefinierten Daten oder errechneten Ergebnissen. Die Lagemeßsonde kann mit einem Kodierungs-Lesegerät ausgestattet sein.

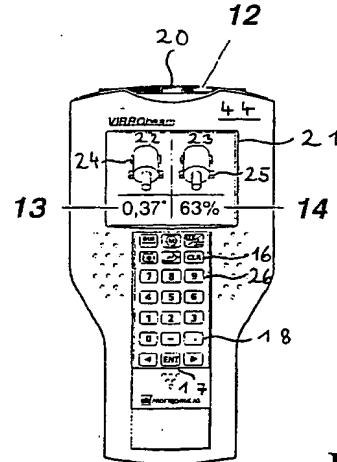
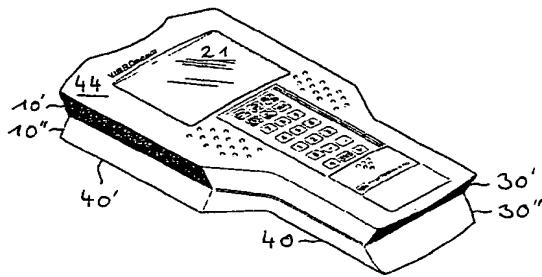


Fig. 3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 0517

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)						
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 334 (P-417), 27. Dezember 1985 (1985-12-27) & JP 60 158310 A (MITSUBISHI PRECISION KK), 19. August 1985 (1985-08-19) * Zusammenfassung * ---	1-4, 6	G01B21/24						
A	EP 0 557 591 A (TELDIX GMBH) 1. September 1993 (1993-09-01) * Zusammenfassung * * Seite 3 - Seite 5; Abbildungen 1,2 *	1							
A	US 5 038 485 A (O. BEISSBARTH) 13. August 1991 (1991-08-13) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,5 *	1							
A	DE 195 46 405 A (BUSCH DIETER & CO PRUEFTECH) 19. Juni 1997 (1997-06-19) * Zusammenfassung *	1							
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)						
			G01B G01C						
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>BERLIN</td> <td>9. Juni 2000</td> <td>Vorropoulos, G</td> </tr> </table> <p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	BERLIN	9. Juni 2000	Vorropoulos, G
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
BERLIN	9. Juni 2000	Vorropoulos, G							

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 0517

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-06-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 60158310 A	19-08-1985	KEINE	
EP 0557591 A	01-09-1993	DE 4205869 A DE 59206052 D	02-09-1993 23-05-1996
US 5038485 A	13-08-1991	WO 8809913 A DE 3766367 D EP 0313563 A JP 1503559 T JP 5019082 B	15-12-1988 03-01-1991 03-05-1989 30-11-1989 15-03-1993
DE 19546405 A	19-06-1997	DE 59601159 D WO 9721980 A EP 0842393 A JP 2000501185 T	25-02-1999 19-06-1997 20-05-1998 02-02-2000

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**